

University of Groningen

A 5 MV electrostatic generator for particle acceleration

Wierds, Derk

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1964

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Wierds, D. (1964). *A 5 MV electrostatic generator for particle acceleration*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

SUMMARY

The physics of high-voltage production by means of electrostatic generators is briefly surveyed in chapter 1. The basic equation of electrostatic and electromagnetic generators can simply be derived from the general law of conservation of energy for electromechanical energy converters. It follows directly from these equations that both kinds of generators are dual. A variety of embodiments of electrostatic generators exists. Their coherence can readily be demonstrated, however, in considering an insulating carrier as the limiting case of a great number of mutually insulated conducting carriers.

In chapter 2 the construction of the Groningen 5 MV Van de Graaff generator is described and in passing a few data concerning this machine are mentioned. Of the generator, which is housed inside a pressure tank, an overall view is given in Fig. 6 at the end of this thesis. The field strength at a few places along the high-voltage terminal and the stack is calculated in chapter 3. In this chapter the electric field around the charged belt, surrounded by grading bars, is discussed at greater length. As a consequence of the grading bars the normal field component at the surface of the belt is not everywhere the same. The highest field strength in the active space is found at the surface of the grading bars. Nowhere the breakdown strength E_d of the surrounding medium can be exceeded; therefore the theoretically permissible charge density on the belt surface is that amount of charge per unit area which yields at the grading bars the field strength E_d . In this way the modest charge efficiency of most Van de Graaff generators of less than 50 % can be largely explained. In chapter 4 a few high-voltage regulating systems for Van de Graaff generators in the 5 MV region are discussed. It is shown that the usual system, utilizing the error signal from the magnetic analyzer only, can be improved by means a capacitive probe in addition to the analyzer. In this way an improvement of the high-voltage precision by about a factor 10 can be attained.

Finally, in chapter 5, the magnetic analyzer is described which determines the energy of the beam particles; the current regulator with a precision of about $1 : 10^5$ is treated extensively.

SAMENVATTING

De fysische aspecten van de opwekking van hoge spanningen door middel van electrostatische generatoren zijn kort behandeld in hoofdstuk 1. De grondvergelijkingen voor electrostatische- en electromagnetische generatoren kunnen eenvoudig worden afgeleid uit de algemene wet van behoud van energie voor electromechanische systemen. Hieruit blijkt meteen de dualiteit van beide soorten generatoren. Er bestaan velerlei uitvoeringsvormen van electrostatische generatoren; men kan echter hun onderlinge samenhang laten zien door een isolerende ladingsdrager op te vatten als de limiet van zeer vele, onderling geïsoleerde, geleidende ladingsdragers.

In hoofdstuk 2 wordt de 5 MV Van de Graaff-generator te Groningen beschreven en terloops worden enkele resultaten betreffende deze machine vermeld. Een overzichtstekening van de generator in druktank is als uitslaande figuur achterin de dissertatie opgenomen. In hoofdstuk 3 is de veldsterkte op enkele plaatsen van de hoogspanningselektrode en de ondersteuningskolom berekend. Uitvoerig wordt ingegaan op het elektrische veld rondom de geladen band, die door spanningsverdeelstaven is omgeven. Als gevolg van deze verdeelstaven is de loodrechte component van het veld aan de band niet overal gelijk. De grootste veldsterkte in de actieve ruimte heerst aan het oppervlak van de verdeelstaven. Nergens kan de doorslagveldsterkte E_d van het omringende gas worden overschreden; daarom is de theoretisch toelaatbare ladingsdichtheid de hoeveelheid lading per eenheid van oppervlakte, die aan de verdeelstaven een veldsterkte E_d opwekt. Op deze wijze kan het lage ladingsrendement van Van de Graaff-generatoren, dat doorgaans nog geen 50 % bedraagt, gedeels worden verklaard.

In hoofdstuk 4 worden enkele systemen ter regeling van de hoogspanning van Van de Graaff-generatoren in het 5 MV-gebied besproken. Aangetoond wordt dat het gebruikelijke systeem, waarin

slechts het foutsignaal van de magnetische analysator wordt benut, kan worden verbeterd door een capacatieve sonde aan de magnetische analysator toe te voegen. De stabiliteit van de hoogspanning kan zodoende met ongeveer een factor 10 worden verbeterd.

Tenslotte wordt in hoofdstuk 5 de magnetische analysator beschreven die de energie van de deeltjes in de bundel bepaald; de stroomstabilisator met een precisie van $1 : 10^5$ is uitvoerig behandeld.

3103
1964